

SOLUCIÓN DE EJERCICIOS CAPÍTULO 7

LIBRO: CONTROL ESTADISTICO DE LA CALIDAD Y SEIS SIGMA

2. Con sus palabras, y de forma gráfica, conteste las siguientes preguntas:

a) ¿Como es un proceso estable o en control estadístico?

Un proceso estable es aquel que tiene una variación a través del tiempo que es predecible. Este proceso trabajo solo con causas comunes de variación, además independientemente de que su variabilidad sea mucha o poca, el desempeño el desempeño es predecible en el futuro inmediato, en el sentido en que su tendencia central y la amplitud de su variación se mantiene sin cambios en el corto plazo.

b) ¿Como se sabe si un proceso es estable?

Cuando su variación que ocurre en el tiempo no sigue un patrón o una secuencia respecto a su tendencia central, es por eso que se ajusta a una distribución normal donde el 99.73% de los datos se encuentra dentro de las especificaciones y limites reales.

c) ¿Cual es el objetivo básico de una carta de control?

Es una grafico que nos servirá para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo.

d) Explique las diferentes formas de inestabilidad de un proceso

Las formas de inestabilidad que hay son:

- Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso
- Tendencias en el nivel del proceso
- Ciclos recurrentes (periodicidad)
- Mucha variabilidad
- Falta de variabilidad (estatificación)

3. ¿Cuáles son las causas comunes de variación y cuáles las especiales?

Variación por causas comunes: Es aquella que se presenta a diario en un proceso, lote a lote y es aportada en forma natural por los factores que influyen en éste y por las condiciones de las 6M (Métodos, maquinarias, medio ambiente, medición, mano de obra y material).

Variación por causas especiales: Es aquella causada por situaciones o circunstancias especiales que no están de manera permanente en el proceso o son ajenas a éste, pueden ser causas sorprendentes e imprevistas.

4. ¿Como se debe resolver un problema ocasionado por causas especiales? ¿Qué se debe hacer cuando el problema se debe a causas comunes?

Para resolver una causa especial se debe atender el problema con los especialistas, por ejemplo, si una carretera queda bloqueada por algún desastre natural, se debe acceder al lugar de destino por medio de otro transporte como la vía aérea, los problemas comunes son algo que siempre va a existir por lo cual la mejora continua ayudara de hacer de estos problemas una fortaleza para mejorar la calidad.

5. De manera general, ¿como se obtienen los límites de control en las cartas de control de Shewhart?

- El proceso debe ser estable
- Los datos del proceso deben obedecer a una distribución normal
- El número de datos a considerar debe ser de aproximadamente 20 a 25 subgrupos con un tamaño de muestras de 4 a 5, para que las muestras consideradas sean representativas de la población.
- Los datos deben ser clasificados teniendo en cuenta que, la dispersión debe ser mínima dentro de cada subgrupo y máxima entre subgrupos

Se deben disponer de tablas estadísticas

6. Señale cuándo se debe aplicar cada una de las siguientes cartas: \bar{X} - R, \bar{X} - s y de individuales.

Carta \bar{X} - R: Es un diagrama para variables aplicadas a procesos masivos de producción, en donde periódicamente se obtienen subgrupos de datos de los productos, se miden y se halla la media y el rango de éstos para así poder graficarlos y registrarlos en la carta que le corresponda.

Carta \bar{X} - s: Es similar a la carta \bar{X} barra – rango, se aplica para procesos masivos y se usan las desviaciones estándares pero sirve para tener una mayor potencia para detectar pequeños cambios. Los subgrupos, en esta carta, deben ser tomados o considerados mayores a 10 unidades.

Carta de individuales: Es un diagrama que se realiza o aplica a procesos continuos pero lentos o donde el espacio de tiempo de medición entre uno y otro producto es largo.

7. Según la información proporcionada por una carta X-R, sobre un proceso de producción de piezas metálicas, la media de la longitud de tales piezas metálicas, la media de la longitud de tales piezas es 50 mm y el rango medio con tamaño de muestra 5 es 0.6, resuelva lo siguiente:

$\bar{X}=50$, $R=0.6$, $n=5$, $D_3= 0.000$

$d_2=2.326$, $A_2=0.577$, $D_4= 2.115$

a) obtenga la desviación estándar del proceso

$\text{desv.est} = R/d_2 = 0.26$

b) calcule los límites de control para la carta X e interpréte los

$L_{\text{real S}} = \bar{X} + 3\text{desv} = 50 + 0.577(0.26) = 50.15$

$L_{\text{real I}} = \bar{X} - 3\text{desv} = 50 - 0.577(0.26) = 49.85$

los límites en los cuales los datos estarán estables están entre 49.7 y 50.35

c) obtenga los límites de control para la carta R y explique su significado

$L_{CI} = D_3R = 2.115 * 0.6 = 1.269$

$L_{CS} = D_4R = 0 * 0.6 = 0$

los rangos de los subgrupos varían de 0 a 1.269 con lo cual podemos ver la estabilidad de producción de piezas metálicas.

d) si la especificación inferior y superior para esta pieza es 49 y 51 mm, respectivamente calcule los límites reales o naturales e interpréte los

$L_s = 50 + 3(0.26) = 50.78$

$L_i = 50 - 3(0.26) = 49.22$

e) explique para qué sirven los límites que obtuvo en los incisos b y c, y para que los que obtuvo en el inciso d

Los límites de la carta X nos sirve para ver la variación esperada para las medias muestrales 5m mientras el proceso no tenga cambios

importantes, con lo cual podemos ver cambios en la media y evaluar su estabilidad y capacidad, mientras que con la carta de control R podemos ver la variación para los rangos muestrales y ver la variación de su amplitud y magnitud pero no su capacidad, en cambio con los límites reales se espera ver la variación de las piezas metálicas en sí y no del proceso, juntas se puede observar el proceso en su totalidad.

f) el proceso es capaz. argumente su respuesta

$cp = 51 - 49 / 6 * 0.26 = 1.28$, el proceso es parcialmente adecuado al estar en el rango $1 < cp < 1.33$, por lo cual requiere un control estricto.

g) si, ya que se cuenta con las especificaciones del proceso, también con los rangos y las medias muestrales por lo cual toda esta información a llevado a encontrar la capacidad del proceso.

8. El peso ideal del contenido neto de una caja de cereal es de 250 g, y se tiene una tolerancia de ± 2.5 g. Para monitorear tal peso se usa una carta de control X-R. De datos históricos se tiene que la media y la desviación estándar son $\mu = 249$ y $\sigma = 0.70$. Con esta información conteste las siguientes preguntas:

a) ¿Cuáles son las especificaciones para el peso? Y explique ¿por qué es importante cumplirlas?

$$ES = 250 + 2.5 = 252.5g$$

$$EI = 250 - 2.5 = 247.5g$$

Es importante cumplir las especificaciones debido a que es el rango de variación que, en condiciones normales, un proceso tiene debido a las variables.

b) Explique en forma gráfica y con sus palabras, ¿qué se le controla al peso con la carta X y qué con la carta R?

En la Carta X se controla las medias promedio a un margen que tiene que estar con la media del proceso y la Carta R son el rango en el cual la media puede variar y se encuentra dentro de este rango.

c) Considerando un tamaño de subgrupo de 4, obtenga la línea central y los límites de control para la correspondiente carta X, e interprete.

$$\bar{X} = 249$$

$$LCS = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 250.05 \text{ g}$$

$$LCI = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 247.95 \text{ g}$$

Los límites reflejan la variación esperada de las medias muestrales.

d) Haga lo mismo que en el inciso anterior, pero suponiendo un tamaño de subgrupo de $n=9$.

$$\bar{X} = 249$$

$$LCS = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 249.7 \text{ g}$$

$$LCI = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 248.3 \text{ g}$$

- e) Son diferentes los límites obtenidos en los incisos c) y d)? ¿Por qué?
Sí, debido a los tamaños de muestra los límites varían.
- f) En general. ¿Qué efecto tiene el incremento el tamaño del subgrupo en la amplitud de los límites de control de la carta X?
Mientras más grandes los tamaños de subgrupos, los valores que toman los límites son más pequeños.
- g) Obtenga los límites reales del proceso y dé una primera opinión sobre la capacidad del proceso.

$$LS = \mu \pm 3\sigma = 249 + 3(0.70) = 251.1 \text{ g}$$

$$LS = \mu \pm 3\sigma = 249 - 3(0.70) = 246.9 \text{ g}$$

- h) Calcule los índices Cp, Cpk, K y Cpm e interpréte los.

$$Cp = \frac{Es - Ei}{6\sigma} = \frac{\text{Variación Tolerada}}{\text{Variación Real}}$$

$$Cp = 1.19$$

Parcialmente adecuado, requiere un control estricto

$$Cpk = \text{mínimo} \left[\frac{\mu - Ei}{3\sigma}, \frac{Es - \mu}{3\sigma} \right]$$

$$Cpk = 0.71$$

Si $Cpk < 1$ entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones.

Como era de esperarse el proceso no cumple con la especificación inferior.

$$K = \frac{\mu - N}{\frac{1}{2}(Es - Ei)} \times 100$$

$$K = -40 \%$$

La media del proceso esta desviada 40% a la izquierda del valor nominal, por lo que el centrado del proceso es inadecuado y esto contribuye de manera significativa a la baja capacidad del proceso para cumplir con la especificación inferior.

$$Cpm = \frac{Es - Ei}{6\sigma}$$

$$Cpm = 0.68$$

Significa que el proceso no cumple con especificaciones, ya sea por problemas de centrado o por exceso de variabilidad.

i) ¿Hay información acerca de la estabilidad del proceso? Argumente su respuesta

En la carta de control, se puede notar que las especificaciones del proceso no concuerdan con los límites, ese es un indicio que el proceso no va a cumplir con la estabilidad, ya que tendrá valores que caigan fuera del rango permitido.

9. Considere el problema anterior y conteste las siguientes preguntas:

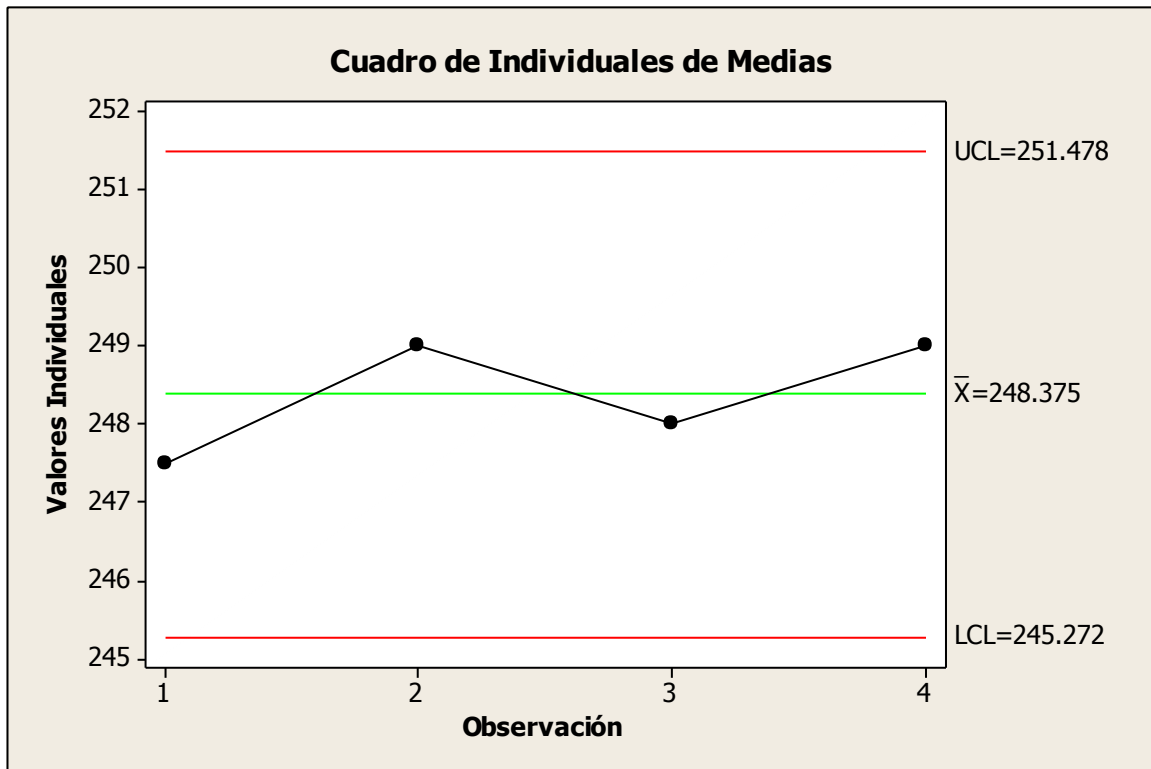
a) ¿Si todas las medias están dentro de especificaciones quiere decir que el proceso cumple con especificaciones? Explique.

Sí, si todas las medias se encuentran dentro de los límites específicos tanto inferior como superior, quiere decir que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones del producto.

b) Si todos los promedios caen dentro de los límites de control en la carta \bar{X} , ¿eso significa que se cumple con especificaciones?

No, si los promedios se ubican dentro de los límites de control de la carta \bar{X} barra quiere decir que el proceso es estable, no varía, pero no implica que éste sea capaz de cumplir con las especificaciones del producto. Son conceptos diferentes.

c) Si se utiliza un tamaño de subgrupo de $n=4$, y en las siguientes horas se obtienen las siguientes medias muestrales de manera sucesiva: 247.5, 249, 248, 249, grafique estas medias en la carta de control correspondiente y diga si el proceso está operando de manera estable en control estadístico.



La gráfica de control de individuales de medias nos indica que el proceso es aceptable o estable según los datos obtenidos.

10. En la fabricación de artículos de plástico se debe asegurar una resistencia mínima de 65 kg fuerza, para ello, cada dos horas se hacen pruebas destructivas a cuatro artículos seleccionados de manera aleatoria de uno de los lotes. los datos se registran en una carta de control X-R. de acuerdo con estudios anteriores, las cartas de control muestran que el proceso es estable y en particular los límites de control en la carta X son los siguientes:

LCS = 80, Línea central = 74, LCI = 68

- el proceso cumple con la especificación inferior
la especificación inferior es 65 y el proceso registra un límite de control 68 el cual es mayor por lo cual no cumple.
- estime la desviación estándar del proceso
 $u=74$
 $LCS = 74 + 3(\text{desv.} / \sqrt{n})$
 $80 = 74 + 3(\text{desv}/2)$
 $6 * 2 = 3 \text{ desv.}$
 $12/3 = \text{desv}$
 $\text{desv} = 4$
- calcule el C_{pi} e interprételo en función de la tabla 5.1 (capítulo 5)
 $C_{pi} = 74 - 68 / 3 * 4 = 0.5$

El proceso tiene una clase mundial de 3 por lo cual no es adecuado para el proceso, requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.

- d. con base en la tabla 5.2, estime el porcentaje de producto que no cumple con la especificación inferior
6.6807% es el porcentaje de los productos que no cumplen con la especificación inferior.

11) En una fábrica de bolsas de plástico un aspecto importante de calidad es la dimensión de las bolsas. En una fase del proceso una máquina debe cortar automáticamente las bolsas, la medida ideal es de 30cm, con una tolerancia de $\pm 0,5$ cm. Para asegurar que las dimensiones de la bolsa son correctas, "de vez en cuando" el operador mide una bolsa y dependiendo de tal medida decide ajustar o no la máquina. Conteste:

a) ¿Cree que es una forma adecuada de asegurar la calidad?

De acuerdo a lo leído, es una forma de asegurar la calidad, pero no es lo más óptimo porque tiene pérdida de tiempo. Lo recomendable sería tomar muestras de acuerdo a un tiempo periódico, como puede ser cada 30 minutos o dándole un rango mayor.

b) ¿Una carta de control podría ser de utilidad para ayudar al trabajador a hacer los ajustes? ¿Cuál? Explique

La Carta X-R porque la producción de bolsas es masivamente, producen muchos artículos en un tiempo pequeño. El proceso es de tipo continuo lo más recomendable para usar este tipo de cartas.

c) ¿Los límites de control en esta carta deben ser las especificaciones de la bolsa para que así el trabajador pueda reaccionar cuando los cortes se salen de las especificaciones?

Los límites nos dan a conocer el rango del proceso y las especificaciones la capacidad del sistema en forma natural del proceso, y si salen fuera nos dice que no es un proceso estable, por lo tanto las especificaciones que coincidan con los límites nos daría a conocer que es estable y capaz.

d) Explique cómo haría el muestreo y el tamaño de muestra para la carta que considere apropiada.

El muestro sería de forma aleatoria sistemática, debido a un cierto tiempo tomaríamos la muestra.

12. En una empresa en la que se fabrican corcholatas o tapas metálicas para bebidas gaseosas, un aspecto importante es la cantidad de PVC que lleva cada corcholata, el cual determina el espesor de la película que hace

que la bebida quede bien cerrada. El peso de los gránulos de PVC debe estar entre 212 y 218mg. Si el peso es menor a 212, entonces, entre otras cosas, la película es muy delgada y eso puede causar fugas de gas en la bebida. Pero si el peso es mayor a 218g, entonces se gasta mucho PVC y aumentan los costos. Para asegurar que se cumple con las especificaciones, de manera ordinaria se usa una carta de control: cada 30 minutos se toma una muestra de cuatro gránulos consecutivos de PVC y se pesan. En la siguiente tabla se muestran las últimas 25 medias y los rangos obtenidos del proceso.

SUBGRUPO	MEDIA	RANGO	SUBGRUPO	MEDIA	RANGO
1	214.18	2.5	14	213.74	3.2
2	213.48	2.7	15	214.26	1.2
3	213.98	2.2	16	214.18	2.2
4	214.12	1.8	17	214.00	1.0
5	214.46	2.5	18	213.60	2.0
6	213.38	2.7	19	214.20	2.7
7	231.56	2.3	20	214.38	0.8
8	214.08	1.8	21	213.78	2.0
9	231.72	2.9	22	213.74	1.6
10	214.64	2.2	23	213.32	2.4
11	213.92	2.4	24	214.02	3.2
12	213.96	3.6	25	214.24	1.1
13	214.20	0.4			
			Media	215.41	2.136

a) Calcule los límites de una carta $\bar{x} - R$ y obtenga las cartas

$$LCS = \bar{x} + A_2 \bar{R}$$

$$LCS = 215.41 + 0.153 \times 2.136$$

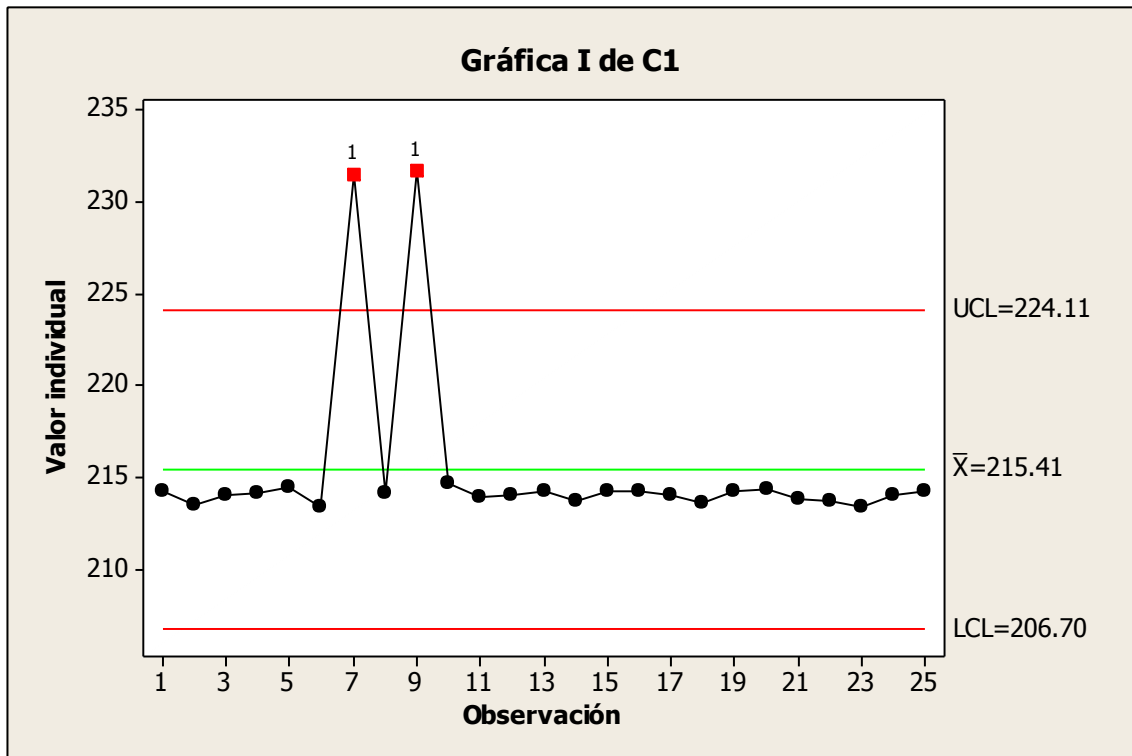
$$LCS = 218.68$$

$$LCS = \bar{x} - A_2 \bar{R}$$

$$LCS = 215.41 - 0.153 \times 2.136$$

$$LCS = 212.14$$

b) Interprete las cartas (puntos fuera, tendencias, ciclos, etcétera)



i) Calcule los límites reales del proceso e interprételos

$$LRS = \bar{\mu} + 3\sigma$$

$$LRS = \bar{\mu} - 3\sigma$$

ii) Calcule los índices C_p , C_{pk} y K , e interprételos

$$C_p = \frac{(E_s - E_i)}{6\sigma}$$

$$C_{pk} = \min[C_{pi}; C_{ps}]$$

$$k = \left[\mu - \frac{N}{0.5} (E_s - E_i) \right] \times 100$$

14) Se desea que la resistencia de un artículo sea de por lo menos 300psi. Para verificar que se cumple con tal característica de calidad, se hacen pequeñas inspecciones periódicas y los datos se registran en una carta X-R. El tamaño del subgrupo que se ha usado es de 3 artículos, que son tomados de manera consecutiva cada dos horas. Los datos de los últimos 30 subgrupos se muestran en la tabla 7.5. Conteste:

Subgrupo	Datos			Media	Rango
1	315,6	319,2	303,8	312,87	15,4
2	318,8	309,2	321,4	316,47	12,2
3	311,2	312,1	342,9	322,07	31,7
4	322	321,1	329,1	324,07	8

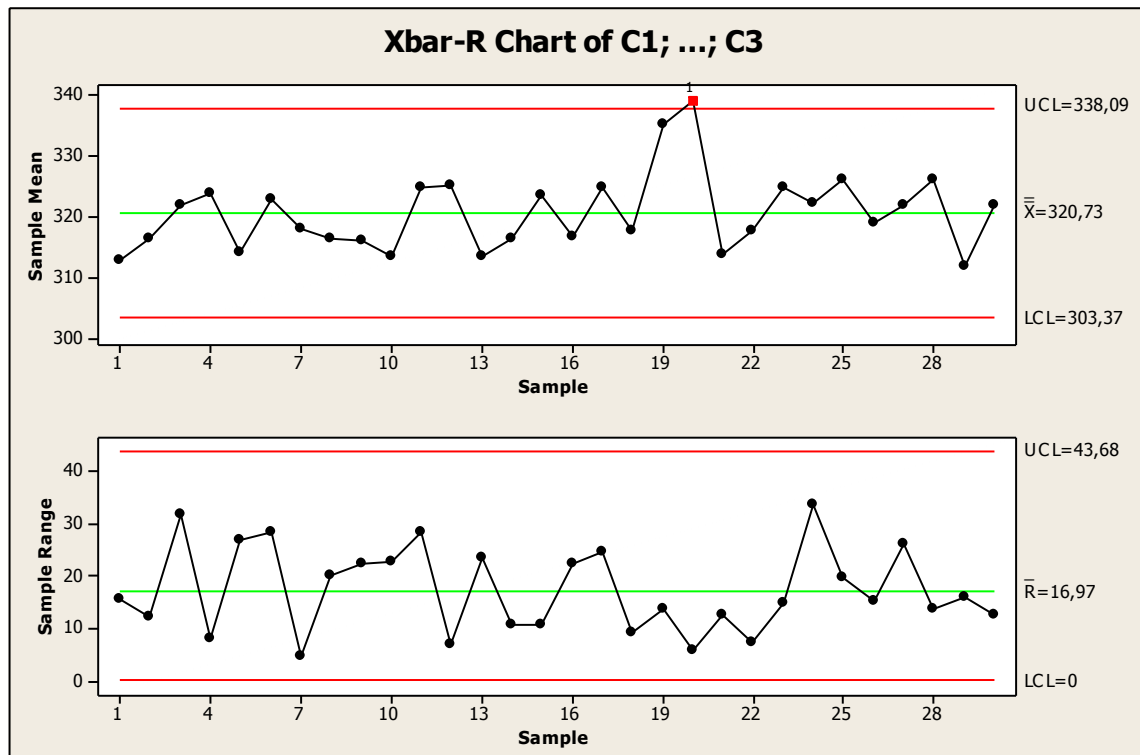
5	315,2	327,4	300,6	314,40	26,8
6	310,3	319,8	338,5	322,87	28,2
7	320,6	315,9	318,3	318,27	4,7
8	322,2	303,6	323,4	316,40	19,8
9	329,1	306,7	312,4	316,07	22,4
10	322,4	318,8	299,7	313,63	22,7
11	326,2	310,1	338,5	324,93	28,4
12	328,8	325	322	325,27	6,8
13	328,8	306,3	305,6	313,57	23,2
14	318,7	320,8	310,3	316,60	10,5
15	326,7	316,7	327,3	323,57	10,6
16	313,4	307,4	329,5	316,77	22,1
17	337,3	312,9	324,4	324,87	24,4
18	316,3	314,1	323	317,80	8,9
19	327,2	338,2	340,9	335,43	13,7
20	337,8	343	337,4	339,40	5,6
21	309,2	321,7	310,5	313,80	12,5
22	314,3	321,6	318	317,97	7,3
23	318,9	322,2	333,5	324,87	14,6
24	303,7	326,3	337,1	322,37	33,4
25	319,3	338,8	320,9	326,33	19,5
26	317	327,4	312,5	318,97	14,9
27	310,6	318,5	336,7	321,93	26,1
28	319,5	326	333,2	326,23	13,7
29	308,6	321,7	306	312,10	15,7
30	316,2	321,6	328,5	322,10	12,3
			MEDIA	320,73	17,20

a) Calcule los límites de la carta X-R e interprételos.

LCS = 338.34

LCI = 303.13

b) Obtenga las cartas e interprételas (punto fuera, tendencias, ciclos, alta variabilidad, etc.)



Existe un punto fuera en el dato en el subgrupo 20, el cual nos dice que hubo una falla en el proceso o en la toma de la muestra.

c) Dé una estimación preliminar del índice de inestabilidad, St.

St = 3.33 % el cual nos dice que la estabilidad del proceso es regular.

d) El proceso muestra una estabilidad o estado de control estadístico razonable.

El proceso no muestra estabilidad porque la tendencia hay valores que se salen fuera del rango (salen fuera de los límites de control).

i) Estime la desviación estándar del proceso
 $S = 10.33$

ii) Calcule los límites reales del proceso e interprételos
 $LRS = 351.72$ $LRI = 289.74$

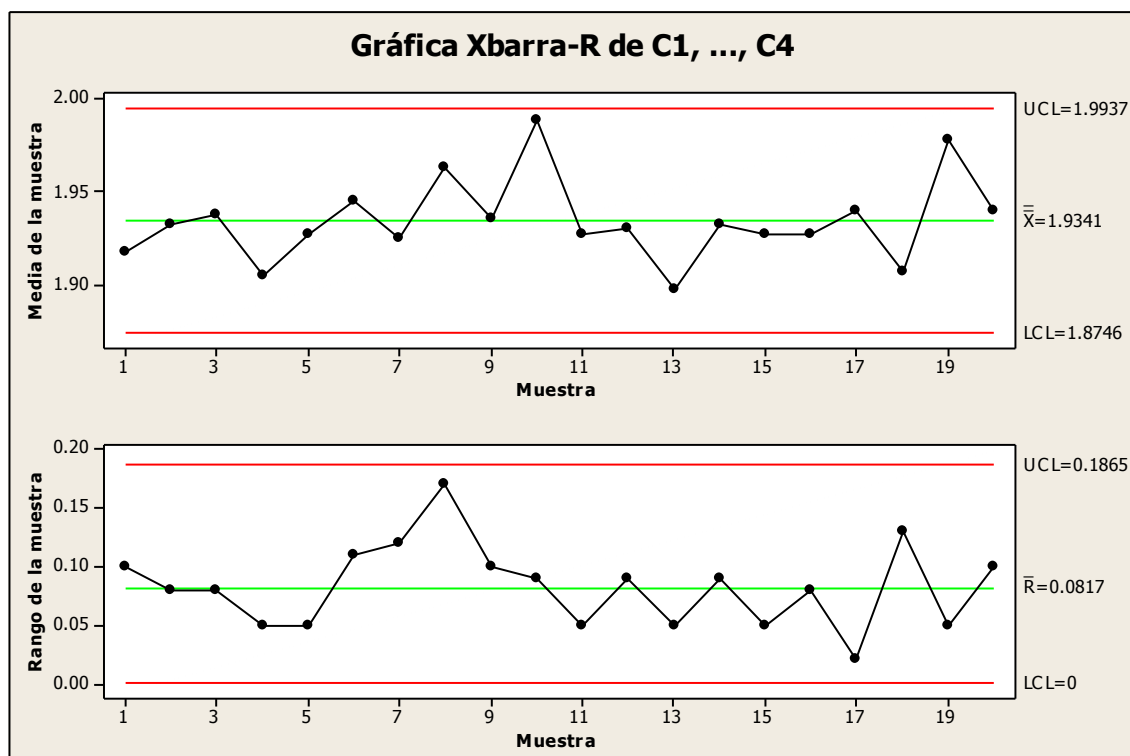
Nos muestra los parámetros en los cuales los datos deben de caer dentro para que el proceso sea estable.

15. En una industria alimenticia se quiere garantizar que la concentración mínima de grasa de un producto sea de 1.8%. En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos para un estudio inicial, con tamaño de subgrupo de 4.

SUBGRUPO	GRASA	SUBGRUPO	GRASA
1	1.88 1.93 1.98 1.88	11	1.93 1.95 1.90 1.93

2	1.93 1.97 1.89 1.94	12	1.95 1.98 1.89 1.90
3	1.92 1.95 1.90 1.98	13	1.88 1.93 1.88 1.90
4	1.89 1.89 1.90 1.94	14	1.97 1.88 1.92 1.96
5	1.95 1.93 1.90 1.93	15	1.91 1.91 1.96 1.93
6	2.00 1.95 1.94 1.89	16	1.98 1.90 1.92 1.91
7	1.95 1.93 1.97 1.85	17	1.93 1.94 1.95 1.94
8	1.87 1.98 1.96 2.04	18	1.82 1.92 1.95 1.94
9	1.96 1.92 1.98 1.88	19	2.00 1.97 1.99 1.95
10	1.99 1.93 2.01 2.02	20	1.98 1.94 1.96 1.88

a) Realice un estudio de estabilidad mediante la carta $\bar{x} - R$



b) Comente los resultados obtenidos en cuanto a estabilidad

Es un proceso estable, porque los datos no siguen ningún patrón de referencia y su variabilidad se muestra respecto al tiempo.

c) Haga un estudio de capacidad. Reporte los principales estadísticos obtenidos y coméntelos

Estadísticas descriptivas: C1

Variable	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
C1	1.9341	0.0406	0.00165	1.8200	1.9000	1.9300	1.9600	2.0400

Variable	Modo	N para moda	Sesgo	Kurtosis
C1	1.93	11	-0.01	0.07

Las estadísticas mostrados nos muestran la variabilidad y tendencia de nuestros datos observados, lo más reflejante sería el considerar el sesgo negativo que nos indica que el promedio de la curva normal tiene una inclinación hacia la derecha y también los cuartiles que nos reflejan el 25 y 75% de los datos como se agrupan.

d) ¿Cuál es el estado del proceso?

Es un proceso estable, porque no muestra algún patrón de referencia y también porque ninguno de sus puntos sale fuera de los límites de control.

16. En la fabricación de discos ópticos una máquina metaliza el disco. Para garantizar la uniformidad del metal en el disco, la densidad debe ser de 1.93, con una tolerancia de ± 0.12 . En la tabla se muestran los datos obtenidos para un estudio inicial con tamaño de subgrupo 5.

a) Calcule los límites de control para las cartas \bar{X} - R e interpréte los.

Los límites de control para la carta \bar{X} :

$$\bar{X} = 1.924 \quad n = 5$$

$$\bar{R} = 0.095 \quad A_2 \text{ para } n = 0.577$$

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R} = 1.924 + (0.577)(0.095) = 1.978$$

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R} = 1.924 - (0.577)(0.095) = 1.869$$

Las medias de la densidad de los discos deben estar ubicadas en un intervalo de [1.869; 1.978] para que sean de calidad.

Los límites de control para la carta \bar{R} :

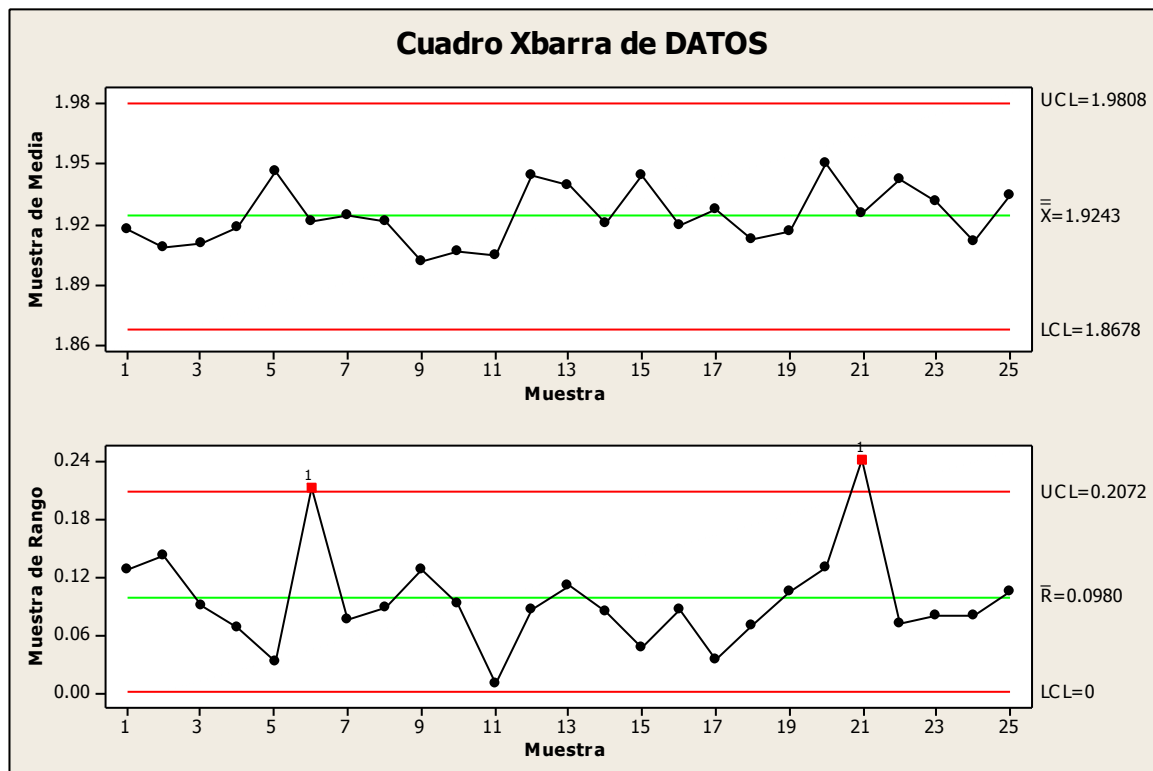
$$\bar{R} = 0.095 \quad n = 5$$

$$D_3 \text{ para } n = 0 \quad D_4 \text{ para } n = 2.1144$$

$$LCI = D_3\bar{R} = 0 \times 0.095 = 0 \quad LCS = D_4\bar{R} = (2.1144)(0.095) = 0.2008$$

El promedio de los rangos de la densidad de los discos debe estar ubicado en un intervalo de [0; 0.2008] para que sean de calidad.

b) Grafique la carta \bar{X} - R e interprétela.



Según el diagrama Xbarra R, el proceso de metalización de los discos es estable pero tiene dos puntos especiales o de falla en la muestra de rangos, el punto 6 y el punto 21.

c) ¿El proceso tiene una estabilidad aceptable? Argumente.

Sí, el proceso tiene una estabilidad aceptable debido a que todos los datos promedios de las muestras se encuentran dentro de los límites de control, además presenta variación aleatoria.

d) Haga un estudio de capacidad, para ello:

i) Estime la desviación estándar del proceso.

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
C1	125	0	1.9243	0.00360	0.0403	1.8170	1.9030	1.9270	1.9490
Variable	Maximum	Range							
C1	2.0580	0.2410							

ii) Calcule los límites reales del proceso e interpréte los.

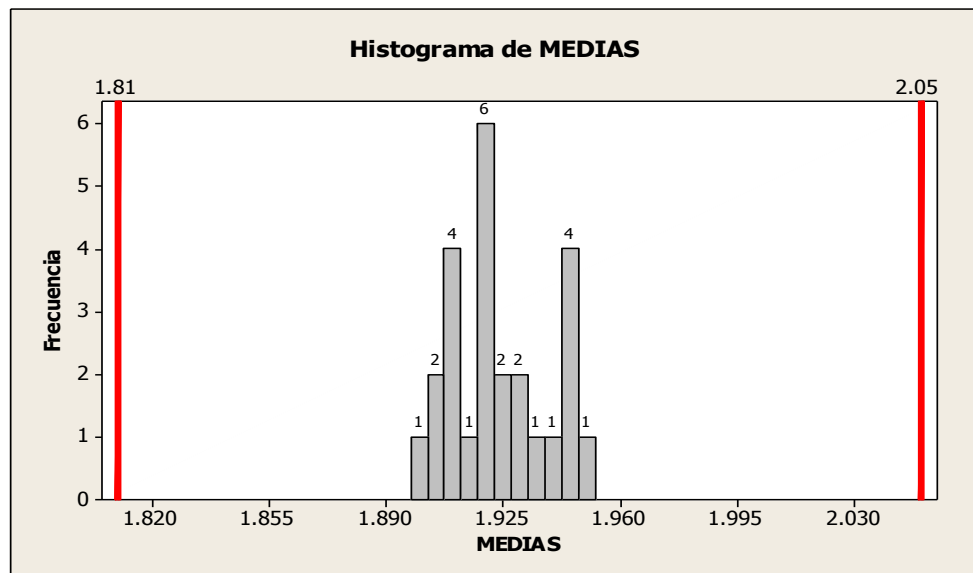
Si $\mu=1.9243$ y $\sigma=0.0403$, entonces:

LCS: $\mu + 3\sigma = 1.9243 + 3(0.0403) = 2.0452$

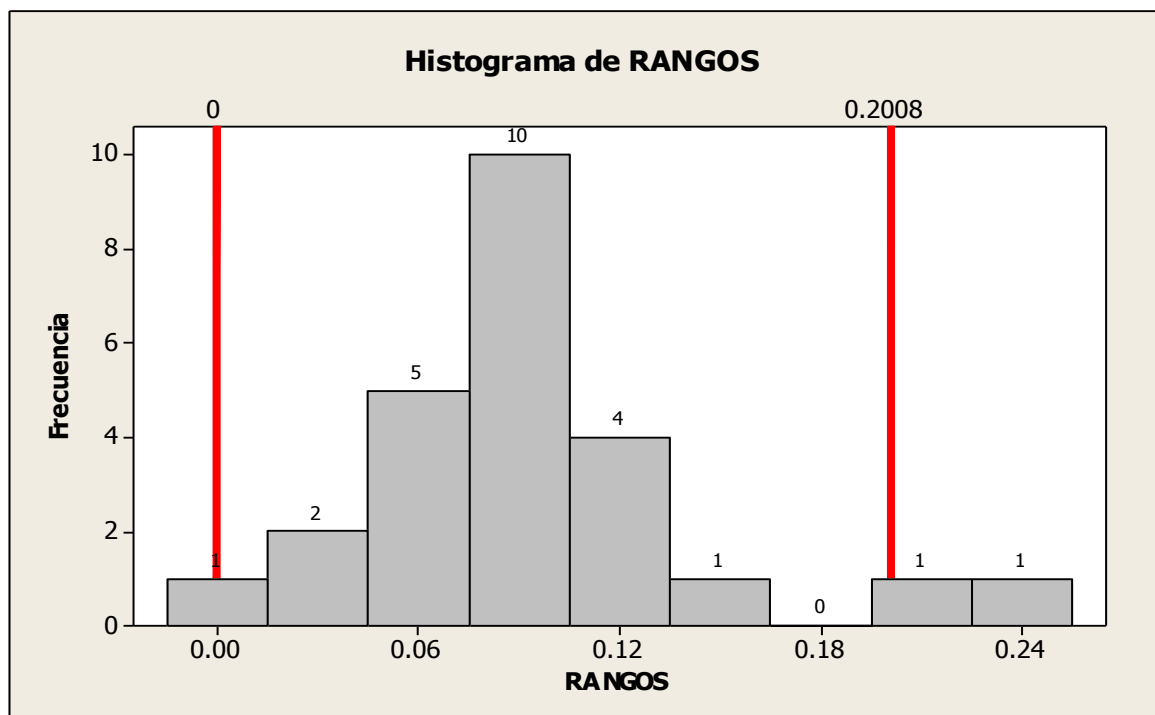
LCI: $\mu - 3\sigma = 1.9243 - 3(0.0403) = 1.8034$

Las densidades de los discos deben estar ubicadas en un intervalo de [1.8034; 2.0452] para que el proceso sea estable, no varíe ni esté fuera de control.

iii) Obtenga un histograma para los datos individuales, inserte especificaciones e interprete a detalle.



El promedio de las medias se encuentran dentro del intervalo de aceptación de las especificaciones, sin embargo se encuentran agrupadas al centro o a la media.



El promedio de los rangos se encuentran tanto dentro como fuera del intervalo de aceptación de las especificaciones por lo tanto no sería capaz o se necesitaría analizar cuidadosamente.

iv) Calcule los índices de capacidad e interpréte los.

$$E_i = 1.81 \quad \sigma = 0.0403$$

$$E_s = 2.05$$

$$C_p = (E_s - E_i) / 6\sigma = 0.24 / 6(0.0403) = 0.99$$

Según la capacidad potencial, el proceso no es adecuado y además requiere un análisis riguroso urgente.

$$C_r = 6\sigma / (E_s - E_i) = 1$$

La proporción de la banda de especificaciones es de 100%

$$C_{pi} = (\mu - E_i) / 3\sigma = (1.9243 - 1.81) / 3(0.0403) = 0.1143 / 0.1209 = 0.9454$$

El proceso no cumple con la especificación inferior, no es capaz por la parte inferior.

$$C_{ps} = (E_s - \mu) / 3\sigma = (2.05 - 1.9243) / 3(0.0403) = 1.04$$

El proceso cumple con la especificación superior.

$$C_{pk} = \min [C_{pi}; C_{ps}] = 0.9454$$

El proceso no cumple con al menos una especificación.

$$K = [\mu - N / 0.5 (E_s - E_i)] \times 100$$

$$N = 0.5 (E_s + E_i) = 0.5 (3.86) = 1.93$$

$$K = [\mu - N / 0.5 (E_s - E_i)] \times 100 = [1.9243 - 0.12 / 1.93] \times 100 = 0.9348 = 93.48\%$$

El proceso está centrado, cumple con las especificaciones.

$$C_{pm} = E_s - E_i / 6\tau$$

$$T = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2} = \sqrt{(0.0403)^2 + (1.8043)^2} = 1.8047$$

$$C_{pm} = E_s - E_i / 6\tau = 0.24 / 6(1.8047) = 0.0221$$

El proceso no cumple con especificaciones por centrado o por variabilidad.

v) Con apoyo de la tabla 5.2 (capítulo 5), estime el porcentaje de producto que no cumple con especificaciones.

$$0.9 \rightarrow 0.6934\% \rightarrow 6934.046 \text{ PPM Fuera.}$$

vi) ¿El proceso es capaz de cumplir especificaciones?

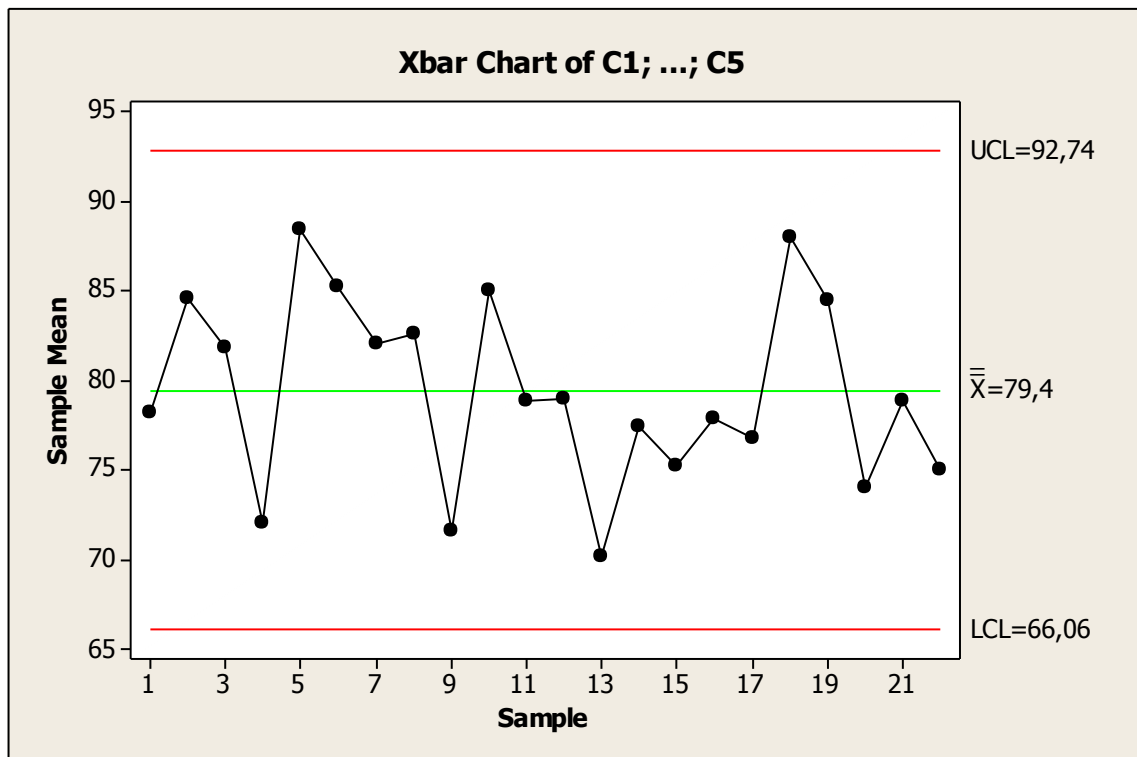
El proceso no es capaz de cumplir con especificaciones.

Subgrupo	Datos					Media	Rango
1	1.909	1.917	1.865	1.991	1.906	1.918	0.126
2	1.957	1.829	1.87	1.917	1.971	1.909	0.142
3	1.861	1.946	1.903	1.951	1.893	1.911	0.09
4	1.938	1.913	1.884	1.907	1.95	1.918	0.066
5	1.941	1.966	1.935	1.936	1.955	1.947	0.031
6	2.032	1.914	1.911	1.82	1.932	1.922	0.212
7	1.889	1.963	1.943	1.918	1.911	1.925	0.074
8	1.891	1.978	1.907	1.922	1.908	1.921	0.087
9	1.929	1.87	1.943	1.819	1.946	1.901	0.127
10	1.956	1.904	1.904	1.907	1.864	1.907	0.092
11	1.904	1.91	1.904	1.903	1.901	1.904	0.009
12	1.926	1.984	1.899	1.938	1.978	1.945	0.085
13	1.936	1.903	1.915	1.932	2.014	1.940	0.111
14	1.937	1.949	1.898	1.952	1.869	1.921	0.083
15	1.916	1.961	1.953	1.954	1.939	1.945	0.045
16	1.867	1.898	1.929	1.953	1.952	1.920	0.086
17	1.939	1.918	1.925	1.912	1.945	1.928	0.033
18	1.94	1.88	1.882	1.949	1.91	1.912	0.069
19	1.944	1.919	1.84	1.94	1.942	1.917	0.104
20	1.933	1.965	2.031	1.902	1.923	1.951	0.129
21	1.817	1.878	1.938	2.058	1.938	1.926	0.241
22	1.939	1.956	1.951	1.898	1.969	1.943	0.071
23	1.931	1.894	1.972	1.936	1.924	1.931	0.078
24	1.927	1.895	1.938	1.859	1.938	1.911	0.079
25	1.973	1.949	1.912	1.87	1.971	1.935	0.103
					Media	1.924	0.095

17. En la prestación de servicios en una empresa se registra diariamente la evaluación de los clientes. La forma operativa es la siguiente: todos los días en forma aleatoria se le pide a cinco clientes atendidos que contesten una encuesta de satisfacción en el servicio, la escala de satisfacción va de 0 a 100. Los datos obtenidos durante el último mes se muestra a continuación:

DÍA	CALIFICACIÓN SERVICIOS					MEDIA
1	83	84	63	68	93	78,2
2	84	88	71	87	93	84,6
3	87	76	92	75	79	81,8
4	71	69	79	79	62	72
5	76	81	100	85	100	88,4
6	69	86	98	84	89	85,2
7	88	89	75	72	86	82
8	96	76	71	97	73	82,6
9	61	71	57	90	79	71,6
10	82	93	87	87	76	85
11	80	82	66	83	83	78,8
12	69	84	89	88	65	79
13	50	92	76	62	71	70,2
14	74	94	73	79	67	77,4
15	66	74	86	78	72	75,2
16	80	82	84	60	83	77,8
17	57	87	74	94	72	76,8
18	99	88	83	90	80	88
19	87	80	89	89	77	84,4
20	79	85	65	71	70	74
21	93	70	77	80	74	78,8
22	73	76	81	80	65	75
MEDIA						79,4

- a) Mediante una carta de medias analice la estabilidad de la calidad de servicio.



- b) interprete los límites de control

Los límites nos facilitan la interpretación del proceso, nos indica los puntos máximos aceptables. Si los datos se encuentran dentro significa que el proceso es estable, por lo contrario si algún dato se encuentra fuera nos dice que el hubo una falla en el sistema.

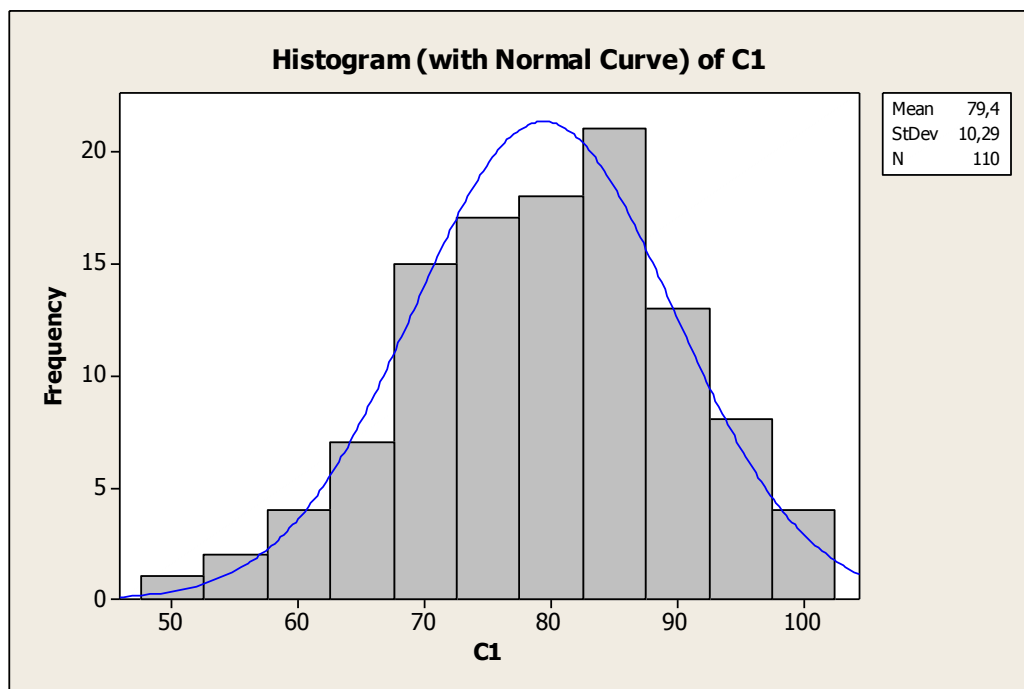
- c) ¿El proceso es estable?

El proceso es estable, ya que ningún valor está fuera de los límites.

- d) Haga un estudio de los datos individuales (no de los promedios), calcule estadísticos básicos e histograma

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	TrMean	StDev	Variance	CoefVar	Sum
C1	110	0	79,400	0,981	79,561	10,290	105,875	12,96	8734,000

Variable	Sum of Squares	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	IQR
C1	705020,000	50,000	72,000	80,000	87,000	100,000	15,000



e) ¿Cuál es su opinión acerca del nivel de calidad del servicio?

Es relativamente buena, ya que la media de medias es de 79.4.

18. ¿Cuándo se recomienda aplicar una carta de individuales? ¿A que tipo de variables y procesos?

Es un diagrama para variables de tipo continuo que se aplican a procesos lentos y/o donde hay un espacio largo de tiempo entre una medición y la siguiente. Se recomienda usarlo para los procesos lentos y que tengan variabilidad durante el tiempo. Se aplican generalmente alas variables administrativas, procesos químicos que trabajan por lote, industrias de bebidas, etc.

19. En un proceso químico se mide la eficacia lograda en cada lote. En la actualidad, procesar un lote incluyendo todas sus etapas lleva en promedio 13 horas. Se decide implementar una carta de control para el tiempo de proceso y otra para el rendimiento.

a) ¿Para qué sería útil una carta de control en estos casos?

En estos casos una carta de control sería útil para analizar la variabilidad y el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo.

b) De manera específica, ¿qué carta de control es la más apropiada para estas variables?

Para la producción de períodos muy largos o lentos es conveniente o útil usar una carta de controles individuales.

c) Si el tiempo de proceso de un lote es mayor a 13 horas, ¿eso significa que alguien hizo las cosas muy lentamente?

Sí, puede ser debido a un operario nuevo, falta de supervisión e incluso problemas de materiales o equipos que se utilizan en el proceso.

d) ¿Cómo detectaría si el tiempo de proceso ha bajado o subido?

Lo detectaría recopilando información de medición por períodos, graficaría un diagrama individual para tiempo y analizaría si es que se encuentra dentro de los límites de tiempo o si tiene puntos especiales que me indicarían si el tiempo del proceso se ha excedido o disminuido.

e) Explique de manera general lo que se tendría que hacer para establecer los límites de control para el tiempo y el rendimiento.

Recopilar datos y examinar diagramas individuales de tiempo y rendimiento, analizar los puntos comunes y especiales e identificar de dónde provienen para eliminarlos o mejorarlos.

20. La pureza de un proceso químico es media para cada lote, y los datos obtenidos se registran en una carta de individuales. En la actualidad se tiene que los límites de control para dicha carta son los siguientes

LCS = 0.92, línea central = 0.86, LCI = 0.8

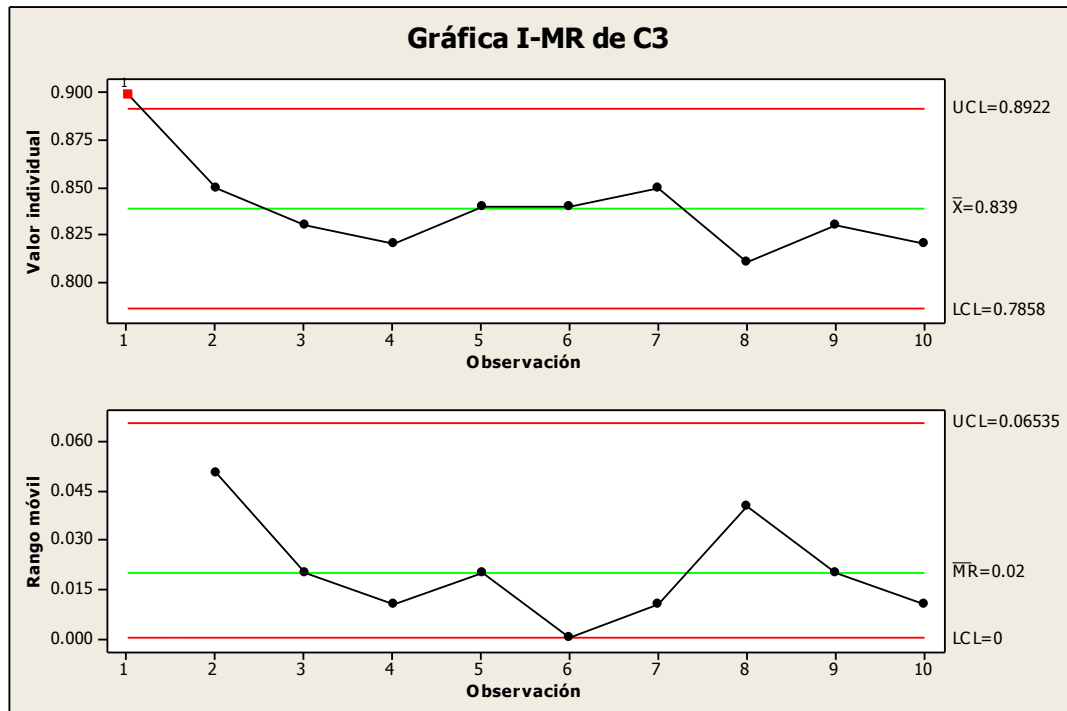
- a) bajo el supuesto de que el proceso está en control estadístico, explique de manera sencilla el significado práctico de estos límites.
estos límites, nos permiten ver de una manera separada los procesos, por lo cual se deberá aplicar de nuevo los límites de control después de eliminar los factores negativos.
- b) obtenga la desviación estándar del proceso
 $0.92 = 0.86 + 3(\text{desv}/1)$
 $\text{desv.} = 0.02$
- c) estime los límites reales, ¿coinciden en este caso con los límites de control? ¿Por qué?

$$Ls = 0.86 + 3(0.02) = 0.92$$

$$Li = 0.86 - 3(0.02) = 0.8$$

Los límites reales coinciden ya que los límites individuales eliminan las partes del proceso defectuoso lo que ayuda a obtener un proceso estable

- d) si la pureza de los últimos 10 lotes es la siguiente: 0.9, 0.85, 0.83, 0.82, 0.84, 0.85, 0.81, 0.83, 0.82. señale estos resultados en la carta y señale si ha pasado algo.



Al ver las graficas individuales podemos observar como el valor 0.9 causa un desperfecto en el proceso, a cual debe ser cambiada para alcanzar una pureza en todas las partes del proceso.

21. En una empresa se hacen impresiones en láminas de acero que después se convierten en recipientes de productos de otras empresas. Un aspecto importante a vigilar es dicha impresión es la temperatura de “horneado”, donde, entre otras cosas, se presentan adherencia y la lamina se seca una vez que ha sido impresa. La temperatura de cierto horno debe ser 125°C con una tolerancia de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. A pesar de que al horno se le programa la temperatura, por experiencia se sabe que no la mantiene, por ello, para llevar un control adecuado de la temperatura del proceso se decide emplear una carta de control de individuales. Cada dos horas se mide la temperatura, en la tabla siguiente se muestran los últimos 45 datos en el orden que se obtuvieron, con el rango móvil para facilitar los cálculos.

Subgrupo	Temperatura	Rango Móvil
1	27.4	
2	26.8	0.6
3	24.3	2.5
4	26.6	2.3
5	26.5	0.1
6	25.6	0.9
7	25.1	0.5
8	26.5	1.4
9	25.8	0.7
10	24.7	1.1
11	23.3	1.4
12	23.3	0.0
13	24.7	1.4
14	23.4	1.3
15	27.4	4.0
16	24.7	2.7
17	21.7	3.0
18	26.7	5.0
19	24.2	2.5
20	25.5	1.3
21	25.3	0.2
22	25.0	0.3
23	23.8	1.2
24	26.5	2.7
25	23.3	3.2
26	23.8	0.5
27	25.5	1.7
28	26.4	0.9
29	27.5	1.1
30	27.7	0.2
31	28.5	0.8
32	29.8	1.3
33	25.1	4.7
34	25.0	0.1
35	22.9	2.1
36	23.6	0.7
37	24.7	1.1
38	24.4	0.3
39	25.4	1.0
40	23.5	1.9
41	27.8	4.3
42	25.5	2.3
43	26.5	0.9
44	24.5	1.9
45	23.5	1.0
Media	25.32	1.57

- a) ¿Por qué utilizar en este caso una carta de individuales y no una carta $\bar{x} - R$?

Porque el proceso que analizamos es un proceso lento y que varia respecto al tiempo, por eso es recomendable usar las cartas individuales.

- b) Estime los límites de control para la carta de individuales e interprételos.

$$LCS = \bar{X} + 3 \left(\frac{\bar{R}}{1.128} \right)$$

$$LCS = 25.32 + 3 \left(\frac{1.57}{1.128} \right)$$

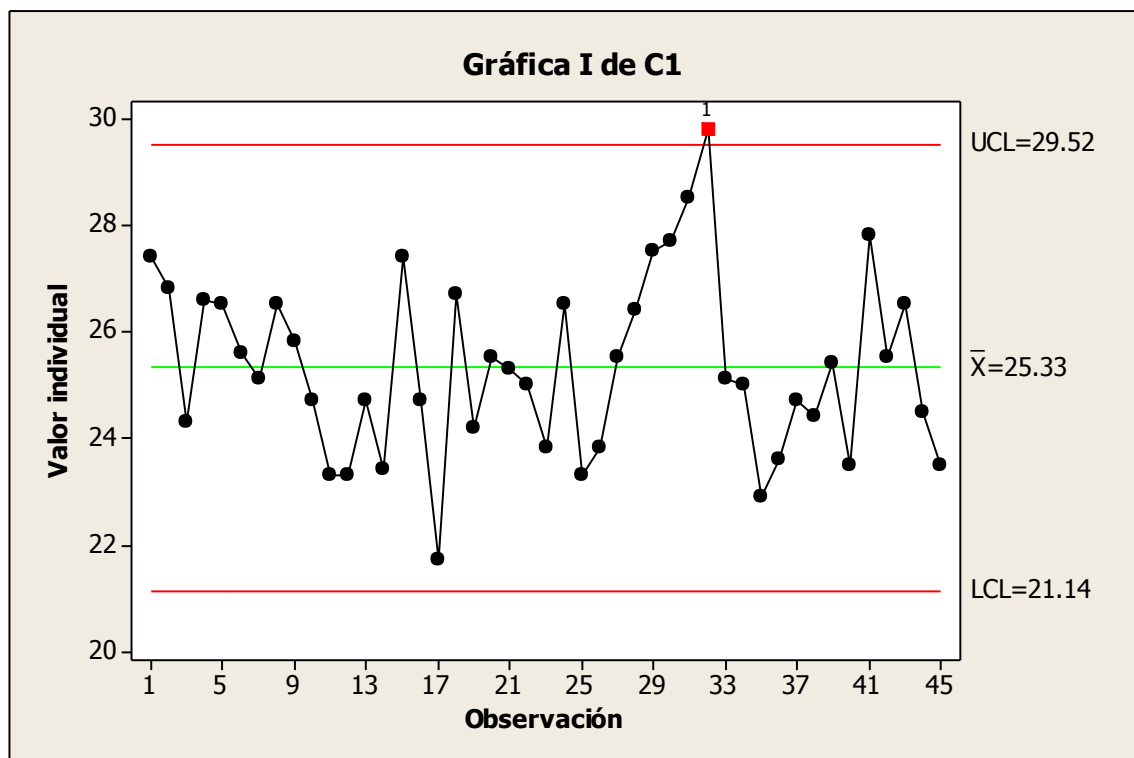
$$LCS = 29.49$$

$$LCI = \bar{X} - 3 \left(\frac{\bar{R}}{1.128} \right)$$

$$LCI = 25.32 - 3 \left(\frac{1.57}{1.128} \right)$$

$$LCS = 21.14$$

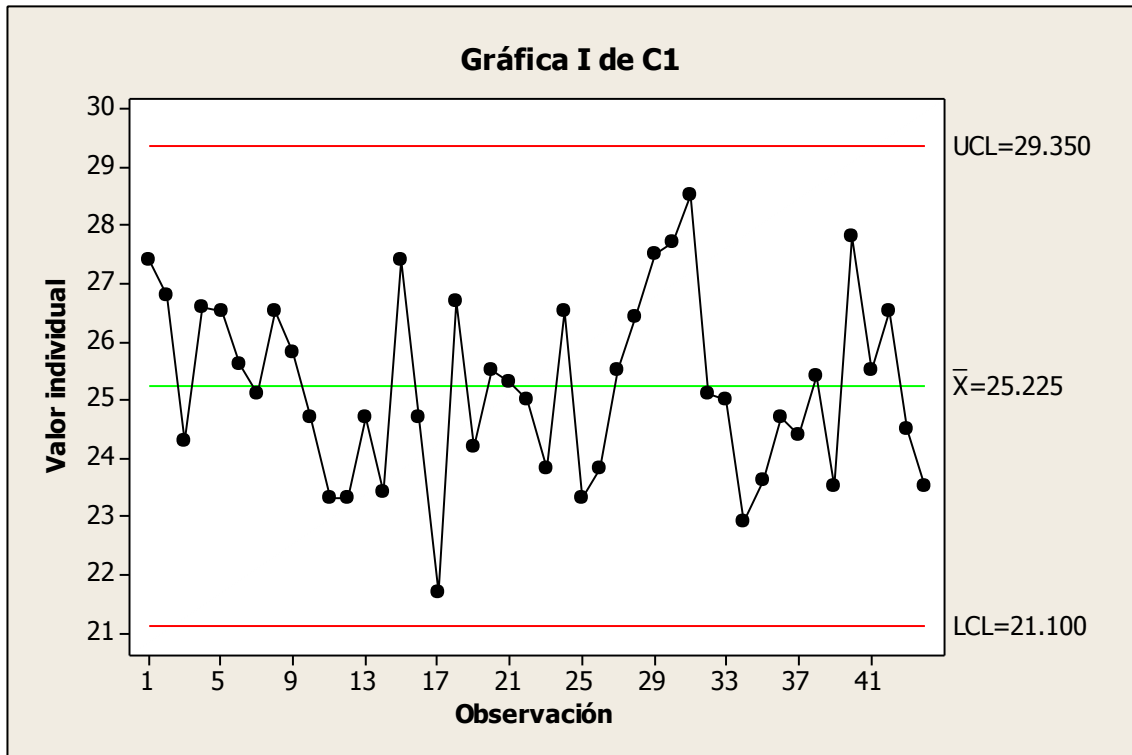
- c) Obtenga la carta e interprétela



Proceso inestable, la carta no presente un patrón de secuencia, sus datos están de forma aleatoria pero hay un dato que se sale fuera de control.

- d) En el punto 32 se decidió hacer un ajuste al horno, ¿tiene algún fundamento estadístico esta decisión? ¿Fue una decisión oportuna?

Es una decisión correcta porque en este punto el valor se sale fuera de control y lo recomendable es hacer un ajuste para optimizar el proceso y no generar perdidas ni demoras.



- e) Alguien no está muy convencido de la decisión tomada y argumenta que la temperatura todavía estaba dentro de especificaciones, ¿Qué opina al respecto?

Si bien las especificaciones nos muestran los niveles máximos y mínimos en una carta individual se analiza la variabilidad y la secuencia que tendrá este dentro de un proceso estable, y eliminar los valores que se salen fuera de control para mejorar el proceso por más que las especificaciones cumplan estas restricciones.

22. En una empresa se lleva un registro del consumo de agua por semana, y de acuerdo con los datos históricos se sabe que $\mu=170.2 \text{ m}^3$ con $\sigma=10.4$.

a) Es mejor llevar el control de estas variables a través de una carta de control, ¿por qué?

Sí, porque las cartas de control nos determinan el comportamiento y variabilidad de un proceso, en este caso, de consumo de agua por un tiempo semanal.

b) Obtenga los límites de control para la carta de individuales e interpréte los.

Si $\mu=170.2 \text{ m}^3$ y $\sigma=10.4$, entonces:

$$\text{LCS: } \mu + 3\sigma = 170.2 + 3(10.4) = 201.4$$

$$\text{LCI: } \mu - 3\sigma = 170.2 - 3(10.4) = 139$$

El consumo de agua por semana debe estar ubicado en un intervalo de $[139; 201.4] \text{ m}^3$. Si excede de 201.4 m^3 estaría desperdiciando agua y si se encuentra por debajo de 139 m^3 probablemente esté ahorrando agua o el medidor puede estar funcionando incorrectamente.

c) ¿Cómo detectaría en la carta efectos de un programa de ahorro de agua?

Lo detectaría si es que encuentran varios puntos especiales debajo del límite inferior del consumo de agua semanal.

24. En el departamento de sistema se llevan un registro del tiempo de respuesta a solicitudes de servicio de clientes internos. Los últimos datos en horas y en el orden de ocurrencia se muestran a continuación.

39	35	49	41	57	38	37
34	32	34	96	43	36	32
42	117	33	39	37	78	42
29	32	38	98	39	43	126
28	52	122	40	29	33	35
44	34	119	37	71	33	33
42	34	86	27	62	35	42
33	96	26	37	46	97	97
31	109	37	40	37	87	

a) ¿Es apropiado analizar estos datos mediante una carta de individuales?

Según la teoría es recomendable usar este tipo de carta para análisis de trabajos administrativos y oficinas.

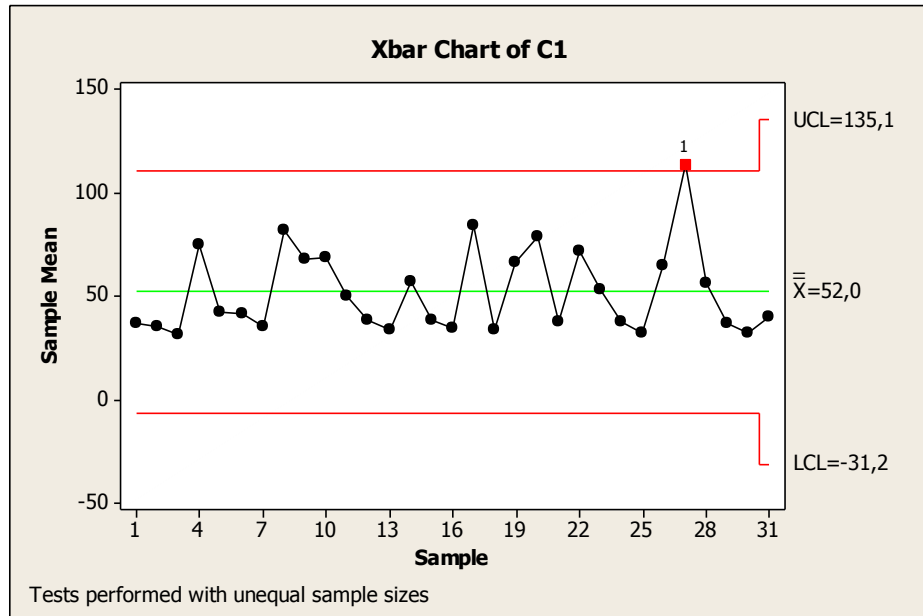
- b) Organice los datos en columnas y obtenga la correspondiente a rangos móviles de orden dos.

Limite de Control Inferior = $0 \times 51.97 = 0$

Limite Central = 51.97

Limite de Control Superior = 155.90

- c) Obtenga la carta de control e interprétela

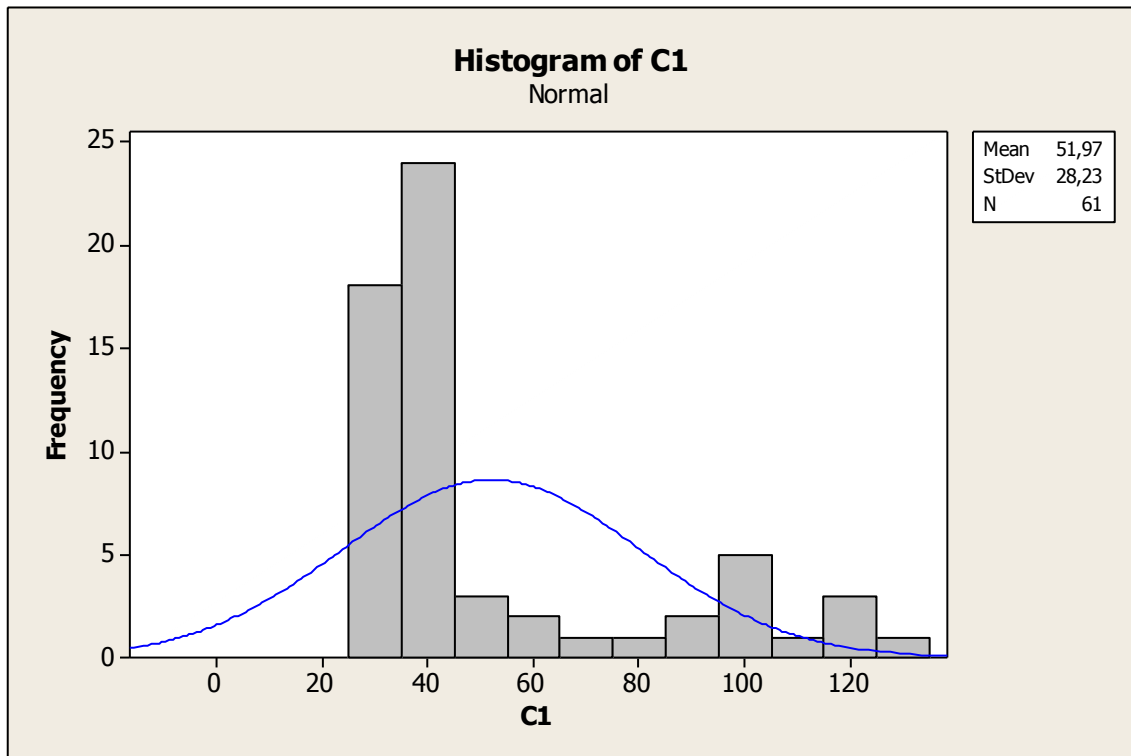


Los límites varían en un determinado punto, ya no son fijos para el proceso, sino que se adecuan a la variabilidad que tiene.

- d) ¿El tiempo de respuesta es estable?

El proceso no es estable.

- e) Grafique los datos en un histograma

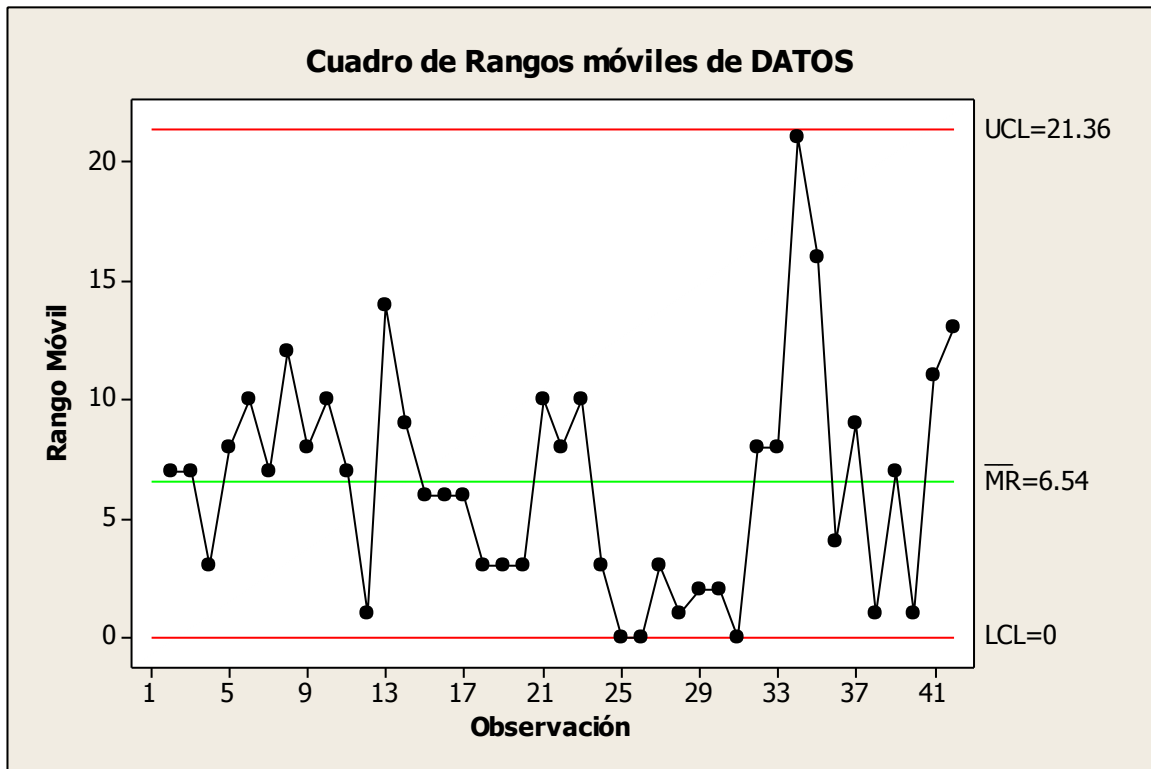


- f) Observe cómo se aprecia en el histograma el rasgo especial que tiene la carta. Comente su respuesta
 Los datos se acumulan en los rangos de 20 a 40, el proceso es tiene variabilidad, por lo que los datos no se agrupan dentro de la curva normal. Se tiene que ajustar el proceso.
- g) ¿Cuál sería su conclusión con respecto a la causa de lo que se observa de especial?
 Que la recopilación de datos no es muy constante, debido a que los límites varían y según el histograma la variabilidad del proceso es alta, se tiene que ajustar al proceso.

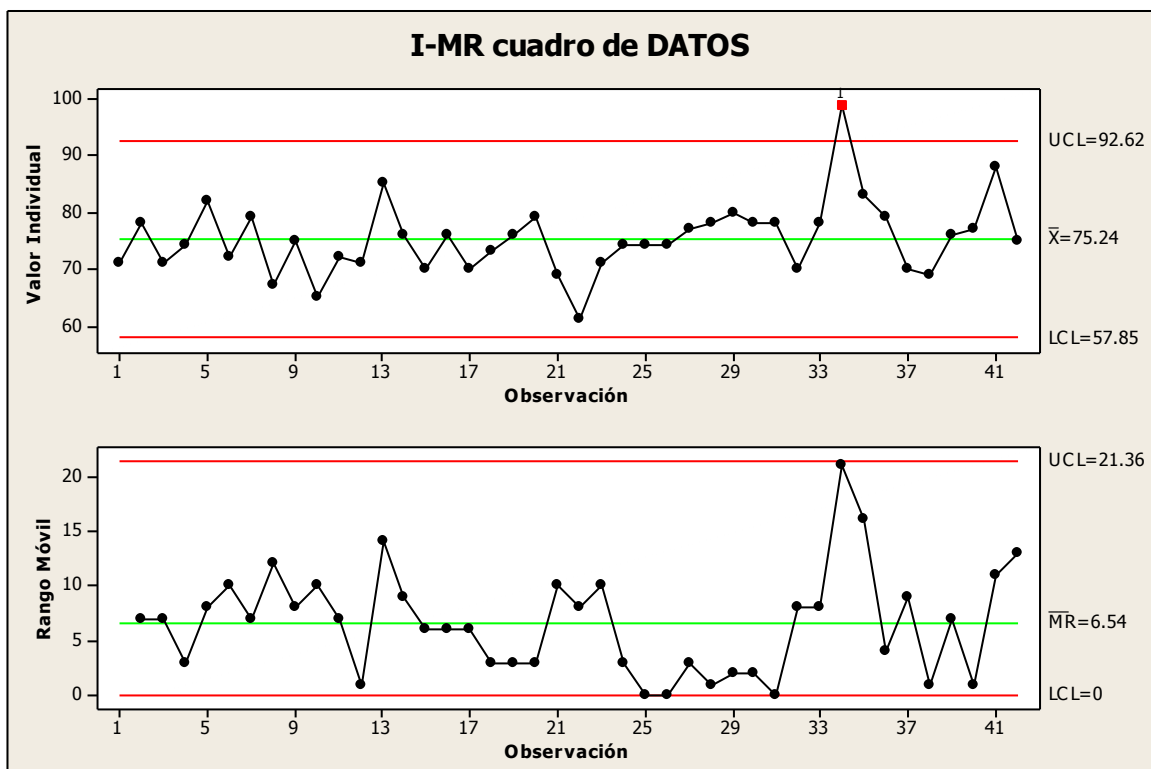
25. En el departamento de capacitación de una empresa se lleva un registro por alumno del porcentaje de asistencia a cada evento de capacitación. Con el total de alumnos que asisten a cada curso, se obtiene un promedio general que se utiliza como evaluación del curso. A continuación se muestran los resultados de los últimos 30 cursos (en el orden que se dieron):

71 74 79 65 85 76 76 61 74 78 78 99 70 76 88
 78 82 67 72 76 70 79 71 74 80 70 83 69 77 75
 71 72 75 71 70 73 69 74 77 78 78 79

- a) Organice los datos en columna y obtenga la correspondiente a rangos móvil de orden dos.



b) Analice estos datos mediante una carta de control de individuales.



c) Interprete los límites de control.

$$LCI = D_3\bar{R} = 0 \times 6.54 = 0$$

$L_{\text{Central}} = 6.54$

$LCS = D_4 \bar{R} = 3.2686 \times 6.54 = 21.38$

d) ¿Se puede considerar que la calidad de los cursos es satisfactoria?

Sí se podría considerar que la calidad de los cursos es satisfactoria, se encuentra en los límites la mayoría de los datos pero no todos, se requiere analizar un poco más.

e) ¿Qué observa de especial en la carta?

Se observa un punto especial que está fuera de los límites de control, requiere análisis.

f) ¿Cuáles podrían ser las razones de los puntos especiales?

Podría haber ese punto especial de ausentismo debido a un desastre natural que interfiera con la asistencia a un curso, hechos coyunturales nacionales como paros de servicios de transporte público, etc.

g) ¿Qué límites de control utilizaría a futuro, de tal forma que reflejen la realidad prevaleciente?

Utilizaría los límites de control de las cartas individuales.

h) A su juicio, ¿cuáles podrían ser las causas comunes que contribuyen al nivel de ausentismo observado?

Podría ser por la falta de los profesores o capacitores, ya saber el curso o haber desaprobado previamente, etc.

26. ¿cuál es el propósito del índice de inestabilidad?

Su propósito es medir cuan inestable es un proceso, con lo que se podrán diferenciar los procesos que de manera esporádica tengan puntos o señales especiales de variación, de los que son frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación. cabe destacar que un proceso inestable es un proceso fuera de control estadístico que se detecta cuando en la carta de control los puntos están fuera de sus límites o siguen un patrón no aleatorio.

27. ¿Cuando se recomienda aplicar la carta X-R en lugar de la carta X-S?

La carta X-R se recomienda usar cuando existe una producción masiva o obtener datos en lapsos pequeños de tiempo, cuando existe gran cantidad de artículos producidos en tiempos muy pequeños.

28. Deduzca las formulas para calcular los limites de control de la carta $\bar{x} - S$

$$LCS = \bar{x} + A_2 \bar{S}$$

$$LCS = \bar{x} - A_2 \bar{S}$$

29. En un proceso donde se desea detectar cambios pequeños se decide aplicar una carta de control X-S utilizando un tamaño de subgrupo n=12, y obteniendo un total de 25 grupos se obtiene que X=32.2 y S= 6.2 c4= 0.9776 desv=6.3

a) obtenga los límites de control de carta X e interprételos

$$LS = 32.2 + 3 \cdot 6.2 / (0.9776 \cdot \sqrt{12}) = 37.7$$

$$LI = 32.2 - 3 \cdot 6.2 / (0.9776 \cdot \sqrt{12}) = 26.7$$

$$LC = 32.2$$

Estas variaciones reflejan la variación esperada para las desviaciones estándar de muestras de tamaño n, mientras el proceso no tenga cambios importantes, por lo tanto podemos ver cambios en la magnitud de la variación del proceso, que está dada entre 26.7 y 37.7 con respecto también a su media.

b) obtenga los límites de control de la carta S e interprételos

$$LS = 6.2 + 3(6.2 / 0.9776) \cdot \sqrt{1 - 0.96}$$

$$LS = 6.2 + 3(6.2 / 0.9776) \cdot 0.2 = 10$$

$$LI = 6.2 - 3(6.2 / 0.9776) \cdot \sqrt{1 - 0.96}$$

$$LS = 6.2 - 3(6.2 / 0.9776) \cdot 0.2 = 2.4$$

Estas variaciones reflejan la variación esperada para las desviaciones estándar de muestras de tamaño n, mientras el proceso no tenga cambios importantes, por lo tanto podemos ver cambios en la magnitud de la variación del proceso, que está dada entre 2.4 y 10 con respecto también a su desviación.

c) estime los límites naturales del proceso e interprételos

$$L \text{ real } S = X + 3\text{desv} = 32.2 + 3 \cdot 6.3 = 51.1$$

$$L \text{ real } S = X - 3\text{desv} = 32.2 - 3 \cdot 6.3 = 13.3$$

d) ¿Por qué difiere la interpretación de los límites anteriores?

Debido a que los límites reales se realizan en base a la media y desviación estándar, dando un resultado más exacto sobre la muestra, las cartas S nos

30. Los datos de la tabla 7.10 representan resultados obtenidos de un proceso. Como se aprecia, el tamaño del subgrupo es de $n=10$, y se tiene un total de 20 subgrupos. Conteste lo siguiente:

SUBGRUPO	MEDICIONES										MEDIA	S
1	50	41	21	52	55	45	62	55	28	51	46	12,78
2	60	44	61	61	53	36	60	45	71	57	54,8	10,37
3	69	53	65	63	54	35	37	66	55	39	53,6	12,68
4	40	67	64	46	53	64	43	39	48	38	50,2	11,17
5	46	60	75	55	56	59	60	73	75	60	61,9	9,55
6	45	50	57	45	35	61	35	53	58	31	47	10,61
7	46	56	48	43	30	56	50	48	41	50	46,8	7,63
8	62	59	52	47	68	46	47	44	38	54	51,7	9,15
9	61	79	49	55	58	39	41	58	28	67	53,5	14,79
10	27	62	51	50	39	40	51	47	61	60	48,8	11,11
11	58	55	46	68	66	58	42	50	52	35	53	10,28
12	65	20	42	75	36	65	24	65	62	33	48,7	19,87
13	52	58	62	55	53	44	52	41	46	61	52,4	7,04
14	44	50	53	61	54	59	54	55	32	50	51,2	8,26
15	35	47	60	59	64	48	52	55	64	49	53,3	9,02
16	50	58	44	48	37	46	43	66	51	52	49,5	8,14
17	45	52	56	61	47	76	44	66	43	38	52,8	11,91
18	40	72	25	67	47	33	54	42	50	40	47	14,48
19	52	52	42	60	52	35	42	37	58	65	49,5	10,11
20	50	23	37	48	52	48	33	39	60	77	46,7	15,06
										MEDIA	50,92	11,20096

- a) Las celdas para la media y la desviación estándar para los subgrupos 2 y 6 están vacías, calcúlelas.

Fila 2 $\bar{x} = 54.8$ $s = 10.37$

Fila 6 $\bar{x} = 47$ $s = 10.61$

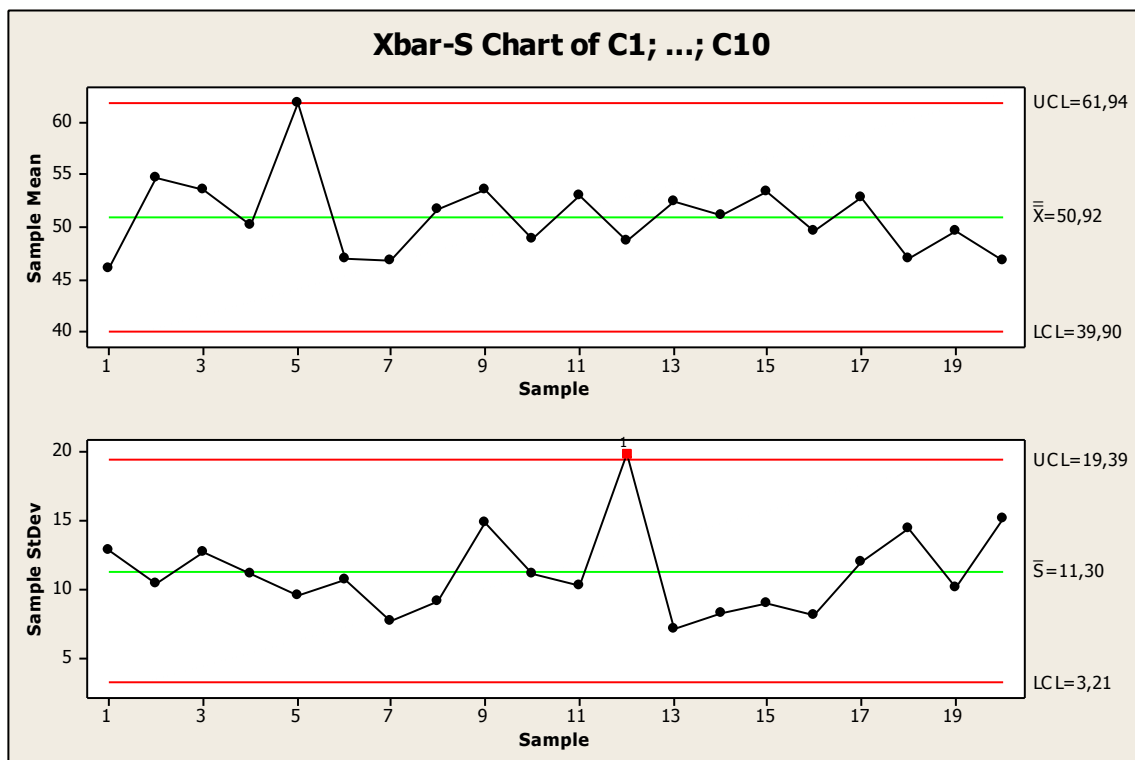
- b) Calcule los límites de control para las cartas X-S e interpréte los.

$\bar{X} = 50.92$

$LS = 61.94$

$LI = 39.90$

- c) Grafique las cartas X-S e interpréte los

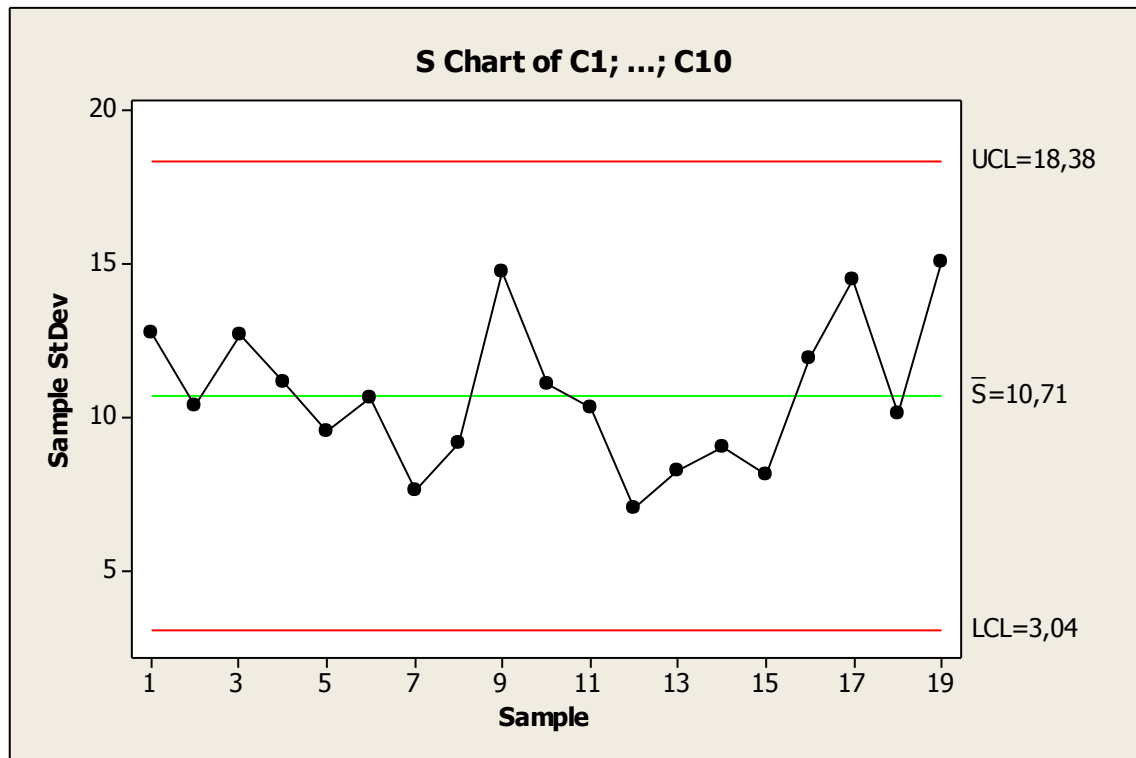


En la gráfica de media se puede decir que es un proceso estable, en el gráfico de la desviación estándar tiene un punto que está fuera de los límites.

- d) ¿El proceso tiene una estabilidad aceptable? Argumente

La estabilidad del proceso es regular, debido a que su índice de inestabilidad es de 5% el cual nos indica que el proceso no es estable.

- e) Si hay causas especiales de variación, elimine los subgrupos correspondientes y vuelva a calcular los límites de control.



- f) Suponiendo un estudio de capacidad, para ello:

- i) Estime la desviación estándar del proceso.

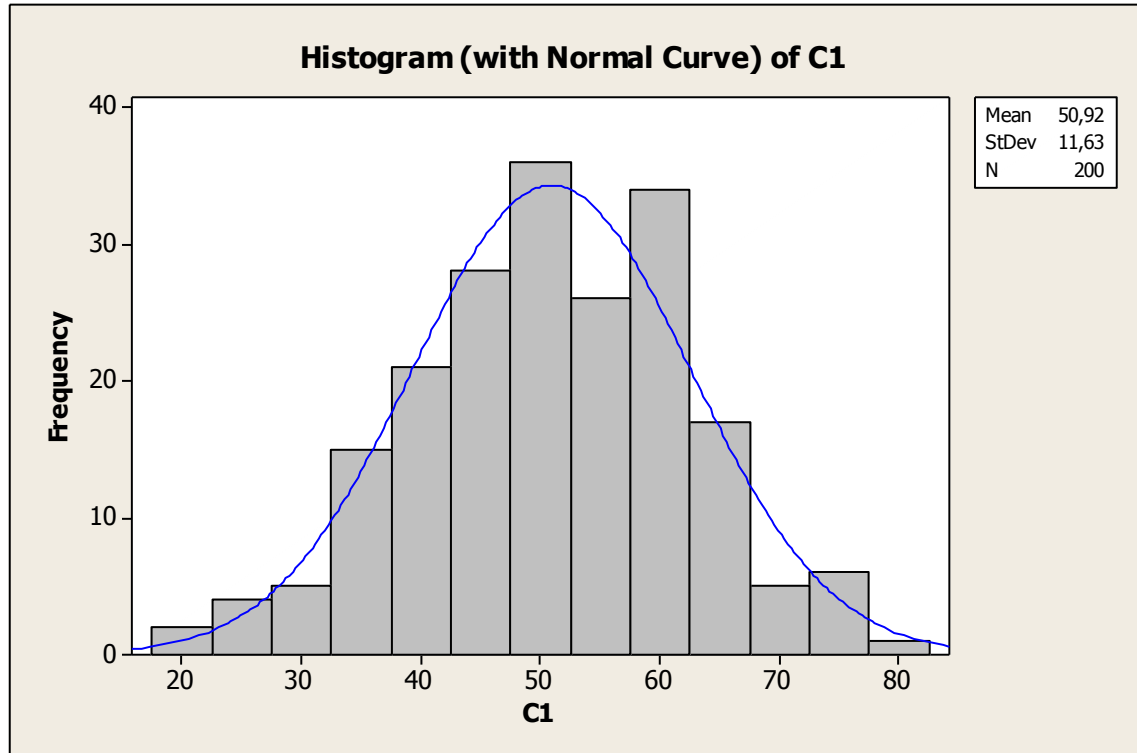
$$S = 11.63$$

- ii) Calcule los límites reales del proceso e interpréte los

$$LRS = 85.81$$

$$LRI = 16.03$$

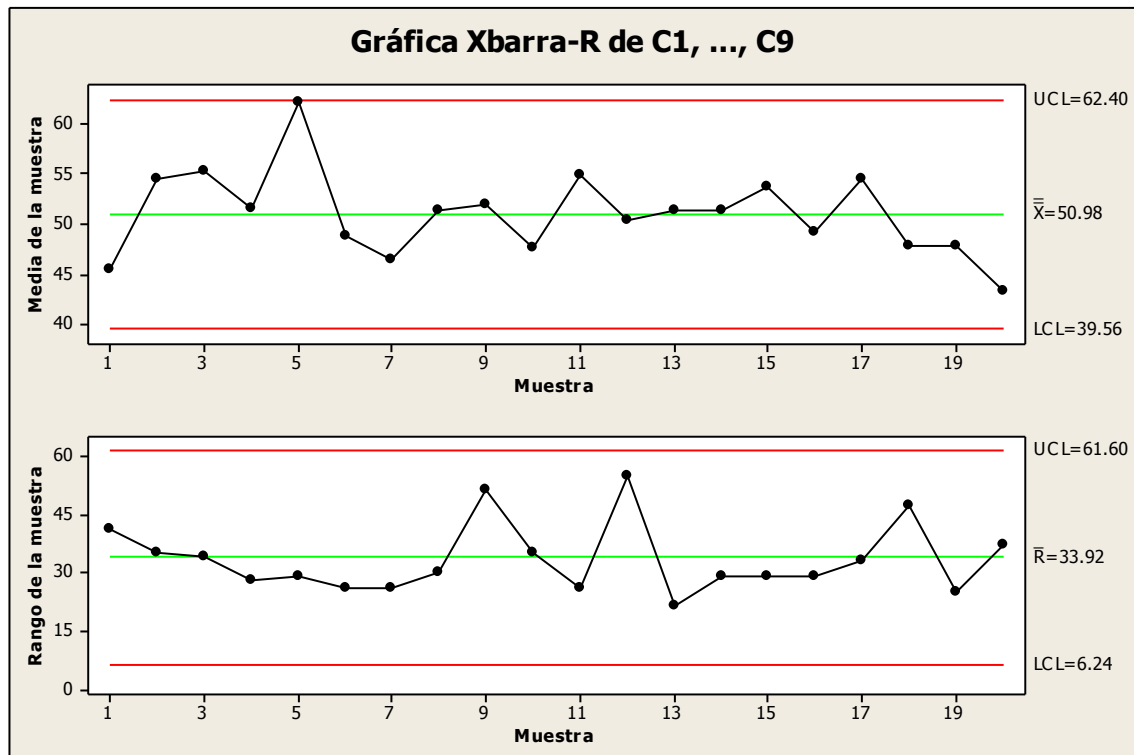
iii) Obtenga un histograma para los datos individuales



g) ¿En qué aspecto recomendaría centrar los esfuerzos de mejora: a capacidad o a estabilidad? Argumente su respuesta

El proceso de mejora estaría en la capacidad que sería en este caso con las especificaciones del proceso.

31. Resuelva los incisos del ejercicio anterior, pero en lugar de utilizar una carta $\bar{x} - S$, obtenga una $\bar{x} - R$



35. ¿Cuál es el propósito de las cartas de precontrol?

El propósito de las cartas de precontrol es prevenir cambios en la media y la dispersión de las características de calidad del producto pues sino podrían derivar a producto defectuosos.

36. ¿es recomendable aplicar pre control para procesos con muy buena capacidad?

Si ya que una capacidad muy pobre nos llevaría a la situación insostenible de estar parando y ajustando continuamente el proceso, incluso, si la capacidad es muy pobre es difícil que el proceso pase por lo menos la etapa de calificación de pre control.

37. ¿Cuáles son las desventajas del precontrol para procesos con muy buena capacidad?

Las desventajas de las cartas de precontrol a que las zonas de semáforo se calculan sin tomar en cuenta la capacidad del proceso; por lo tanto, cuando el proceso tiene muy buena capacidad y en él ocurre un cambio, puede pasar que la carta de precontrol tarde demasiado tiempo en detectarlo o nunca lo descubra.